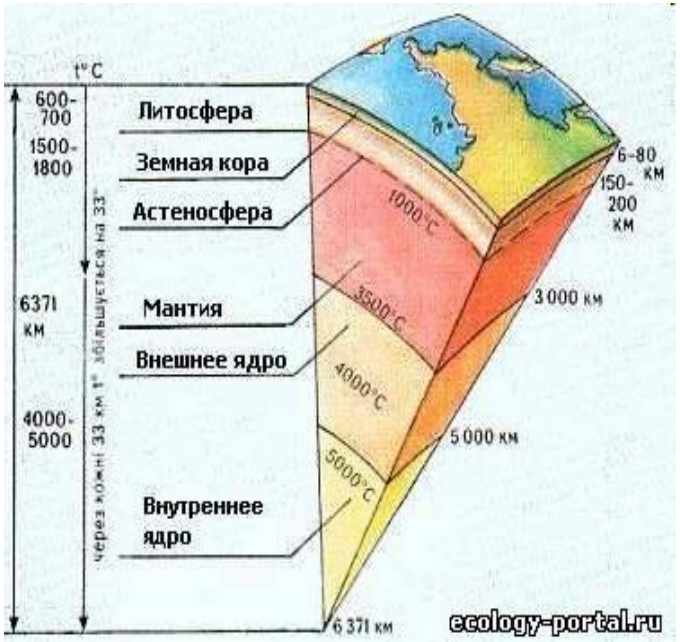
литосфера



Тектоническое строение и рельеф

Prezentacii.com

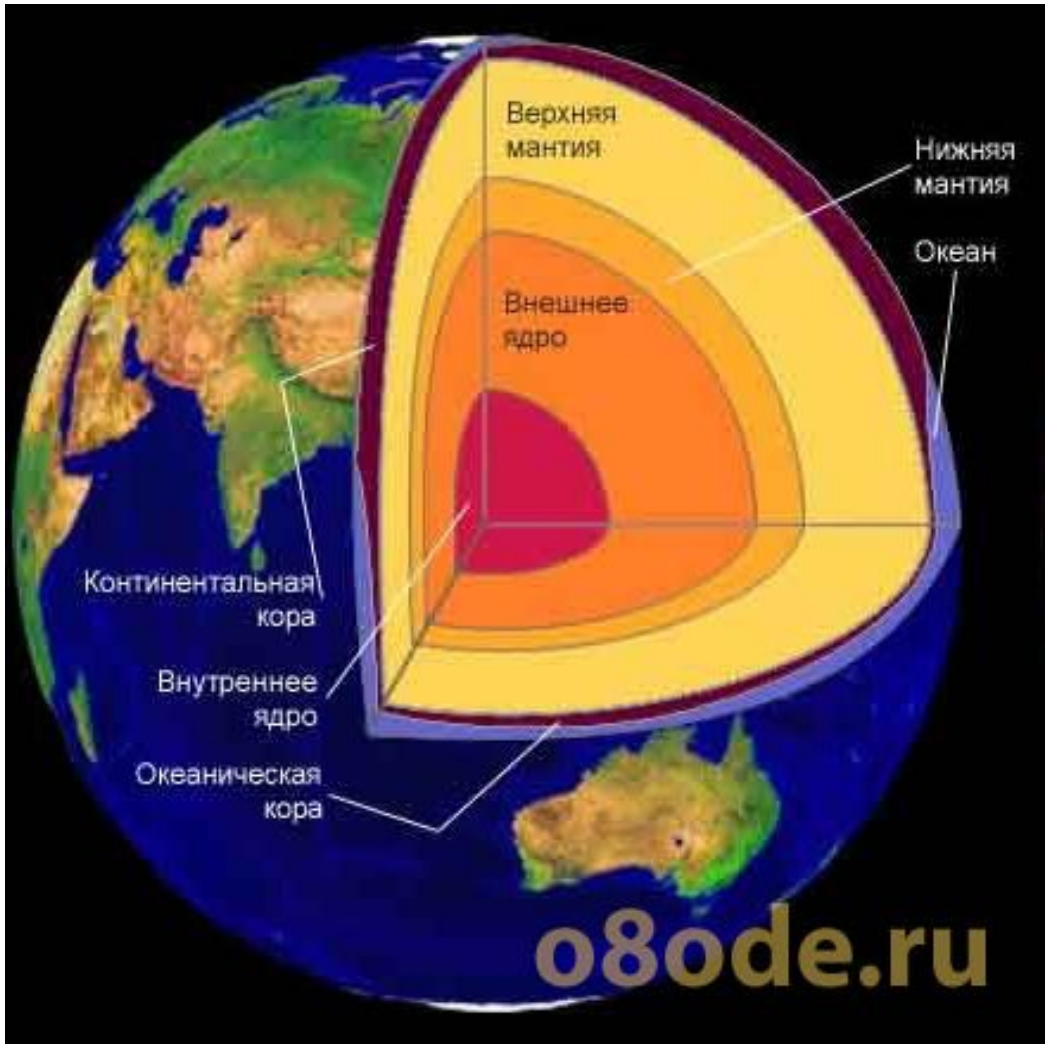
Кольская сверхглубокая скважина

- **Кольская сверхглубокая скважина (СГ-3) — самая глубокая буровая скважина в мире. Находится в Мурманской области, на территории Балтийского щита. Её глубина составляет 12 262 метра. В отличие от других сверхглубоких скважин, которые делались для добычи нефти или геологоразведки, СГ-3 была пробурена исключительно для исследования литосферы.**
- **Была также самой длинной скважиной до 2008 года, когда её обошла пробуренная под острым углом к поверхности земли нефтяная скважина Maersk Oil BD-04A, длина которой 12 290 метров (находится в нефтяном бассейне Аль-Шахин, Катар)[1].**
- **Кольская сверхглубокая скважина была заложена в 1970 году. В лучшие годы на Кольской сверхглубокой скважине работало 16 исследовательских лабораторий, их курировал лично министр геологии СССР.**
- **к 1990 году достигла глубины 12 262 метра. Колонна оборвалась, и бурение было завершено.**
- **В настоящий момент в связи с финансовыми трудностями и отсутствием поддержки государства решается вопрос об окончательном закрытии проекта «Кольская сверхглубокая скважина».[**

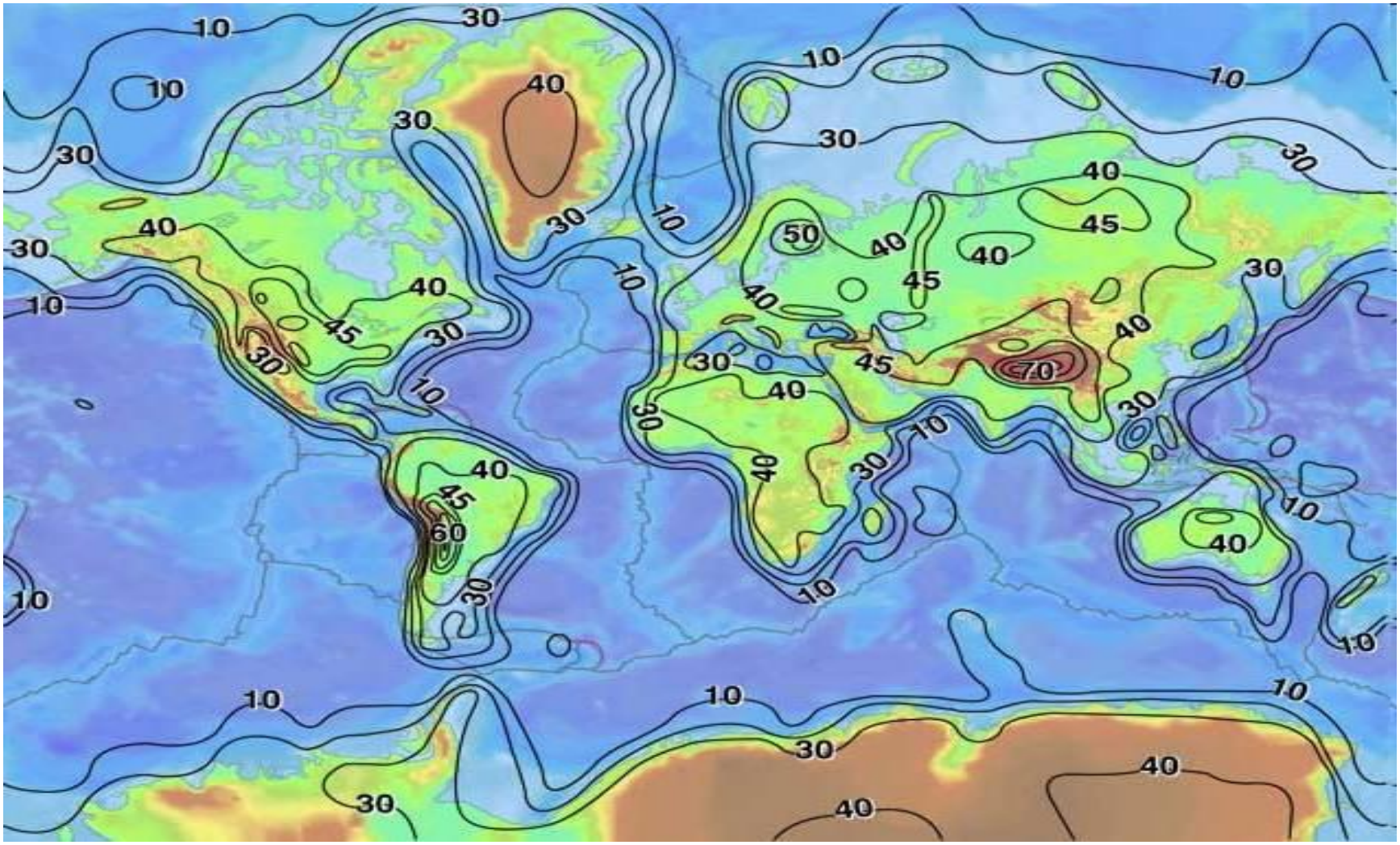
Строение Земли

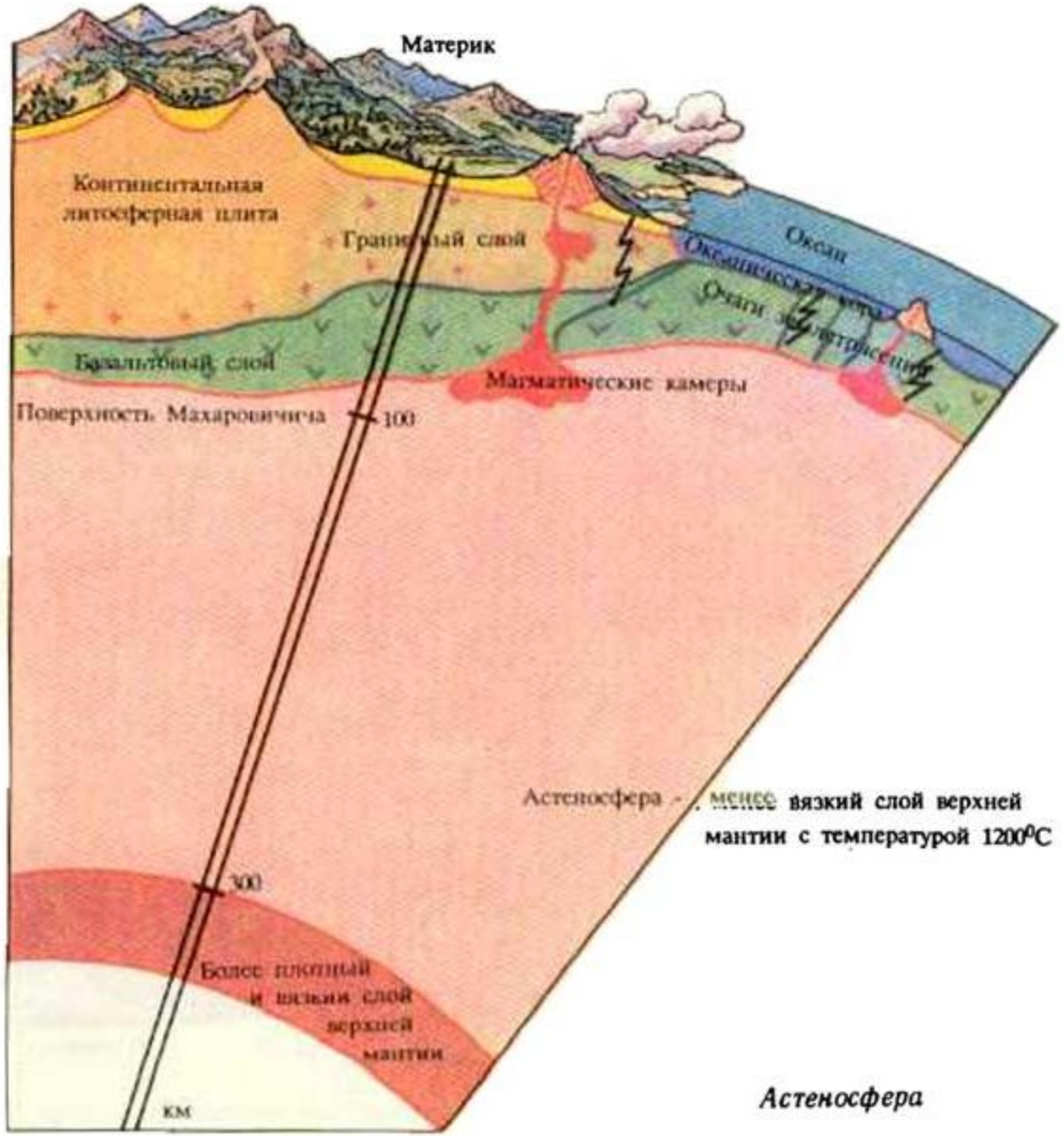
В строении Земли выделяют три основных слоя:

- земная кора
- мантия
- ядро



Толщина земной коры в километрах





Астеносфера

Континентальная кора

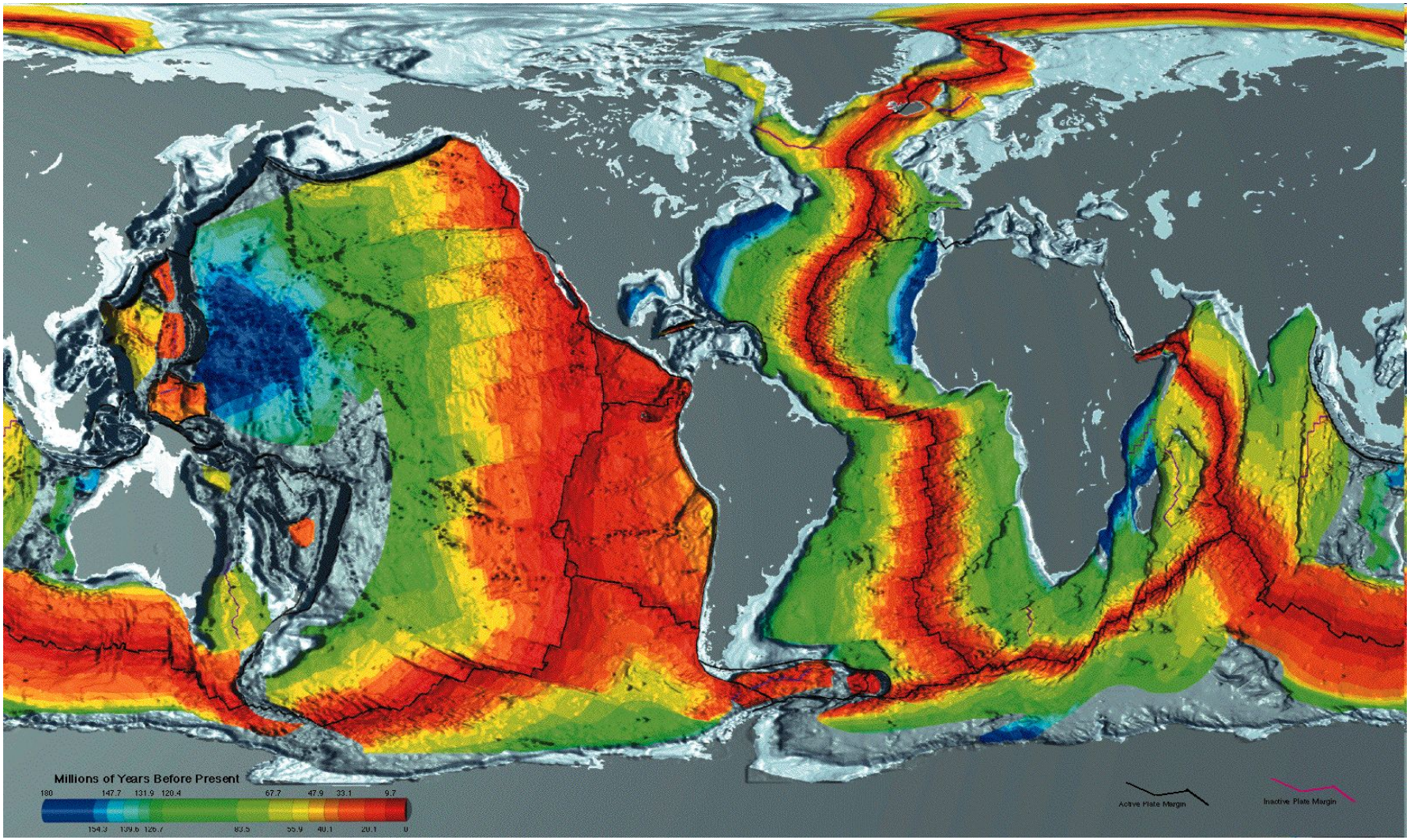
- Континентальная кора имеет трёхслойное строение. Верхний слой представлен прерывистым покровом осадочных пород, который развит широко, но редко имеет большую мощность.
- Большая часть коры сложена верхней корой — слоем, состоящим главным образом из гранитов и гнейсов, обладающим низкой плотностью и древней историей. Исследования показывают, что большая часть этих пород образовались очень давно, около 3 миллиардов лет назад.
- Ниже находится т.н. базальтовый слой.). Поверхность раздела между "гранитным" и "базальтовым" слоями материковой земной коры называется поверхность Конрада (по имени австрийского геофизика В. Конрада, 1876—1962). Скорость продольных сейсмических волн при прохождении через п.К. скачкообразно увеличивается примерно с 6 до 6,5 км/сек. В ряде мест К. п. отсутствует и скорости сейсмических волн возрастают с глубиной постепенно.

Океаническая кора

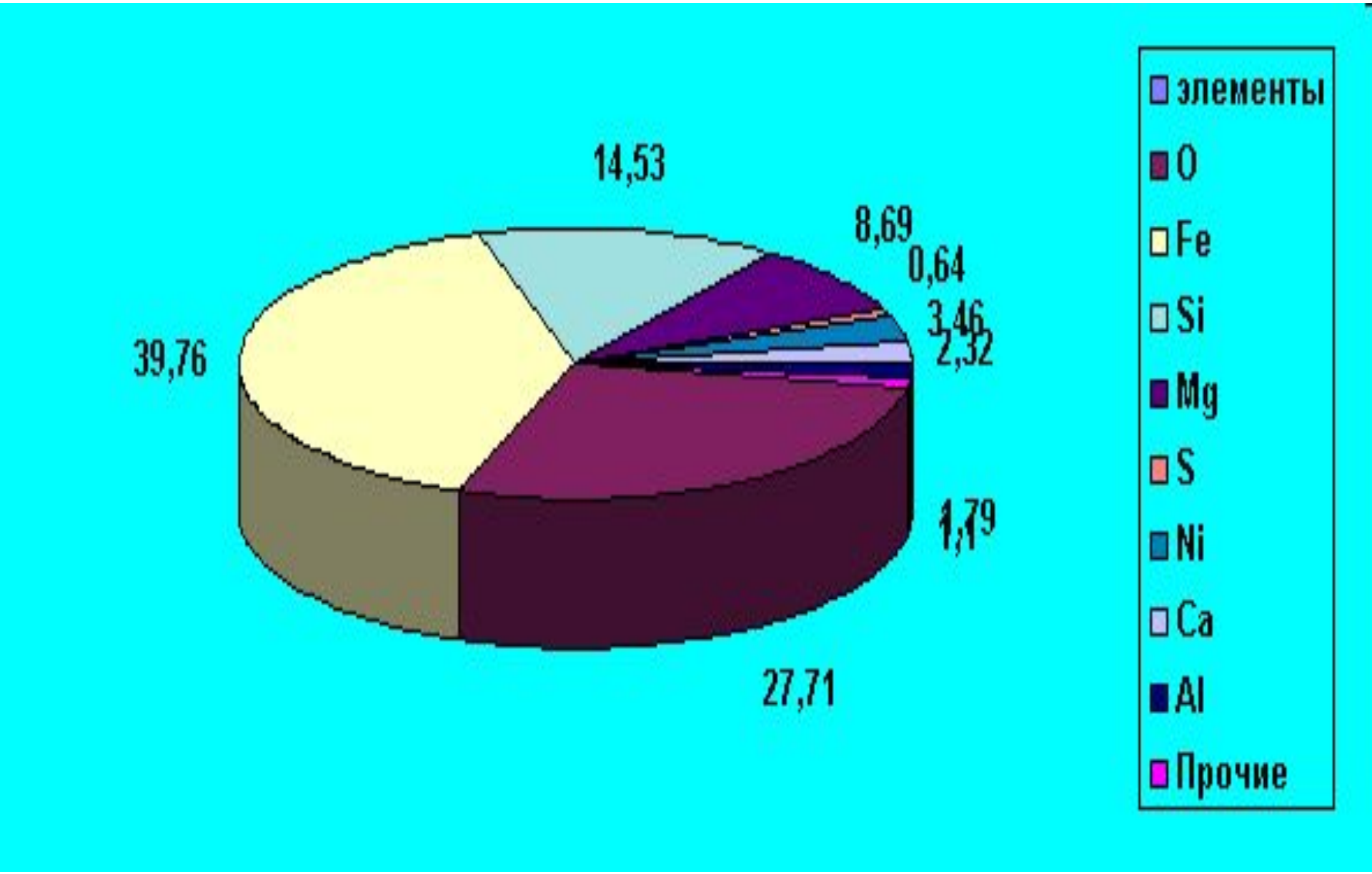
- Океаническая кора состоит главным образом из базальтов. Согласно теории тектоники плит, она непрерывно образуется в срединно-океанических хребтах, расходится от них и поглощается в мантию в зонах субдукции. Поэтому океаническая кора относительно молодая, и самые древние её участки датируются поздней юрой.

- Толщина океанической коры практически не меняется со временем, поскольку в основном она определяется количеством расплава, выделившегося из материала мантии в зонах срединно-океанических хребтов. До некоторой степени влияние оказывает толщина осадочного слоя на дне океанов. В разных географических областях толщина океанической коры колеблется в пределах 5-7 километров.

Возраст океанической коры. Красным показаны самые молодые участки, синим наиболее древние.



Состав земной коры



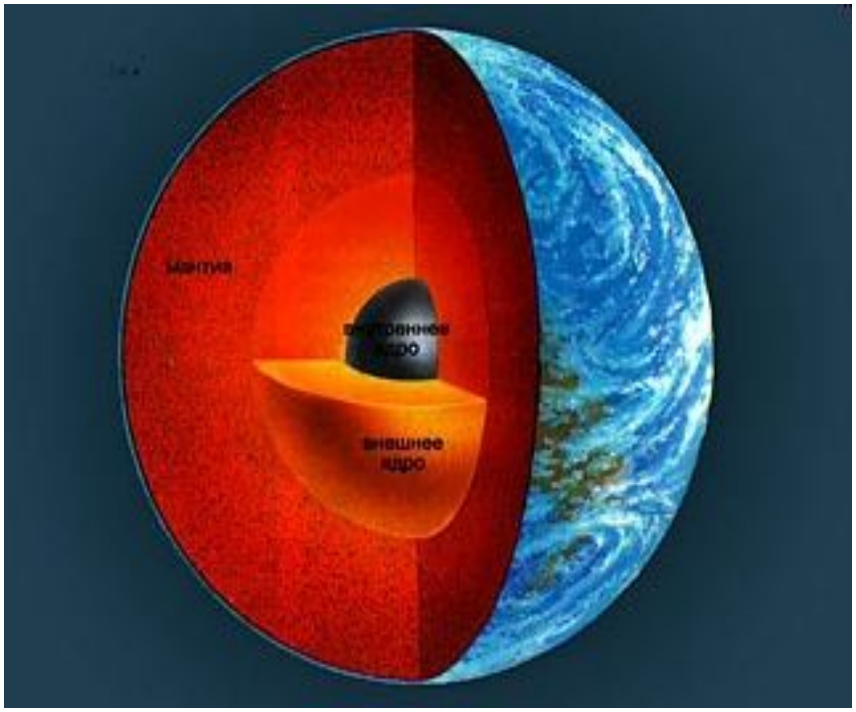
Мантия Земли

- Мантия Земли, оболочка Земли, расположенная между земной корой и ядром Земли.
- Занимает 83 % Земли по объёму и 67 % по массе. От земной коры её отделяет т.н. **линия Мохоровичича -** поверхность, на которой скорость продольных сейсмических волн возрастает скачком с 6,7—7,6 до 7,9—8,2 км/сек;
- от ядра Земли мантию отделяет поверхность (на глубине около 2900 км), на которой скорость сейсмических волн падает с 13,6 до 8,1 км/сек.
- Мантия делится на нижнюю и верхнюю мантию. Верхняя матия, в свою очередь, делится (сверху вниз) на слой Гутенберга (слой пониженных скоростей сейсмических волн) и слой Голицына (иногда называется средней мантией).
- Предполагается, что мантия слагается теми химическими элементами, которые во время образования Земли находились в твёрдом состоянии или входили в состав твёрдых химических соединений. Из этих элементов преобладают: O, Si, Mg, Fe. Согласно современным представлениям, состав мантии считается близким к составу каменных метеоритов.
- Предполагают, что непосредственными образцами вещества мантии являются обломки пород среди базальтовой лавы, вынесенные на поверхность Земли; их находят также вместе с алмазами в трубках взрыва. Считают также, что обломки пород, поднятые драгой со дна рифтов Срединно-океанических хребтов, представляют собой вещество мантии.

Ядро́ Земли́

- **Ядро́ Земли́ — центральная, наиболее глубокая часть планеты Земля, находящаяся под мантией Земли и, предположительно, состоящая из железо-никелевого сплава с примесью других элементов.**
- **Глубина залегания — от 2900 км. Средний радиус сферы - 3,5 тыс. км.**
- **Разделяется на жидкое внешнее ядро радиусом около 2200 км и твердое внутреннее ядро радиусом около 1300 км и, между которыми иногда выделяется переходная зона.**
- **Ядро занимает 16% земного шара по объему и 31,5% по массе.**
- **Температура в центре ядра Земли достигает 5000 С, плотность около 12,5 т/м3, давление до 361 ГПа.**

Известно о ядре очень мало — вся информация получена косвенными геофизическими или геохимическими методами, и образцы вещества ядра не доступны, и вряд ли будут получены в обозримом будущем..

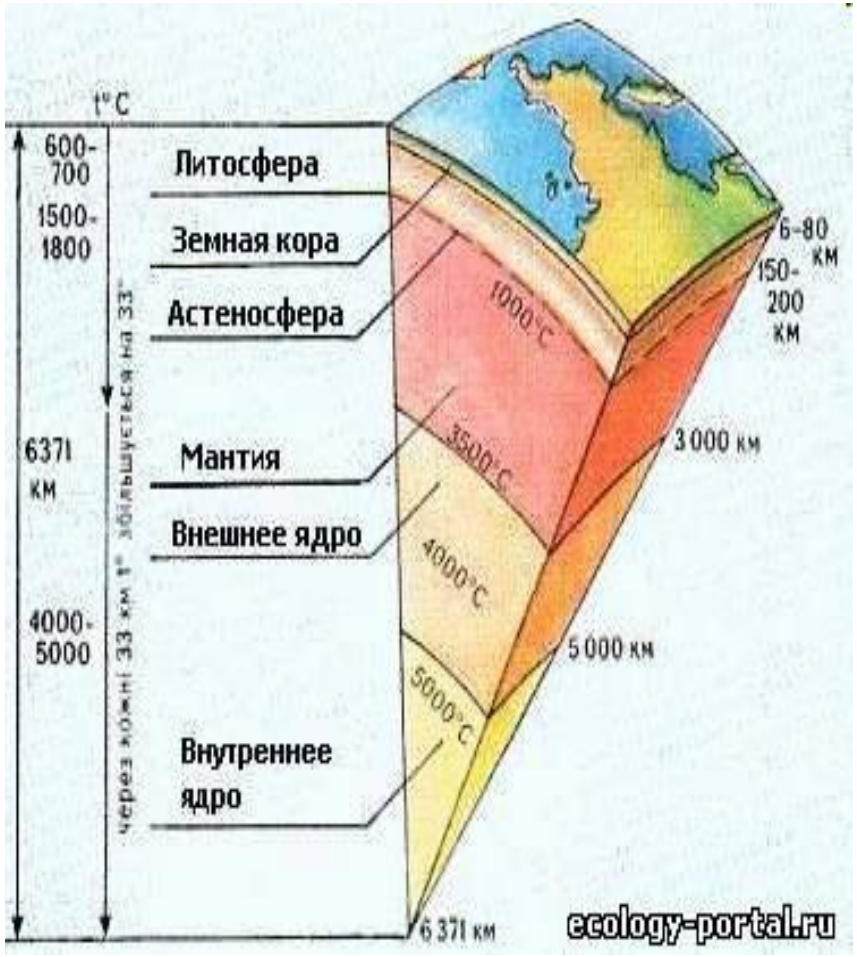


литосфера

- **Литосфе́ра (от греч. камень и — шар, сфера) — твёрдая оболочка Земли. Состоит из земной коры и верхней части мантии, до астеносферы.**

- **Астеносфера —пластичный слой в верхней мантии Земли. Астеносфера выделяется по понижению скоростей сейсмических волн. Граница между литосферой и астеносферой может лежать на глубине от 4 км (под рифтами) до 200 км (под кратонами).**

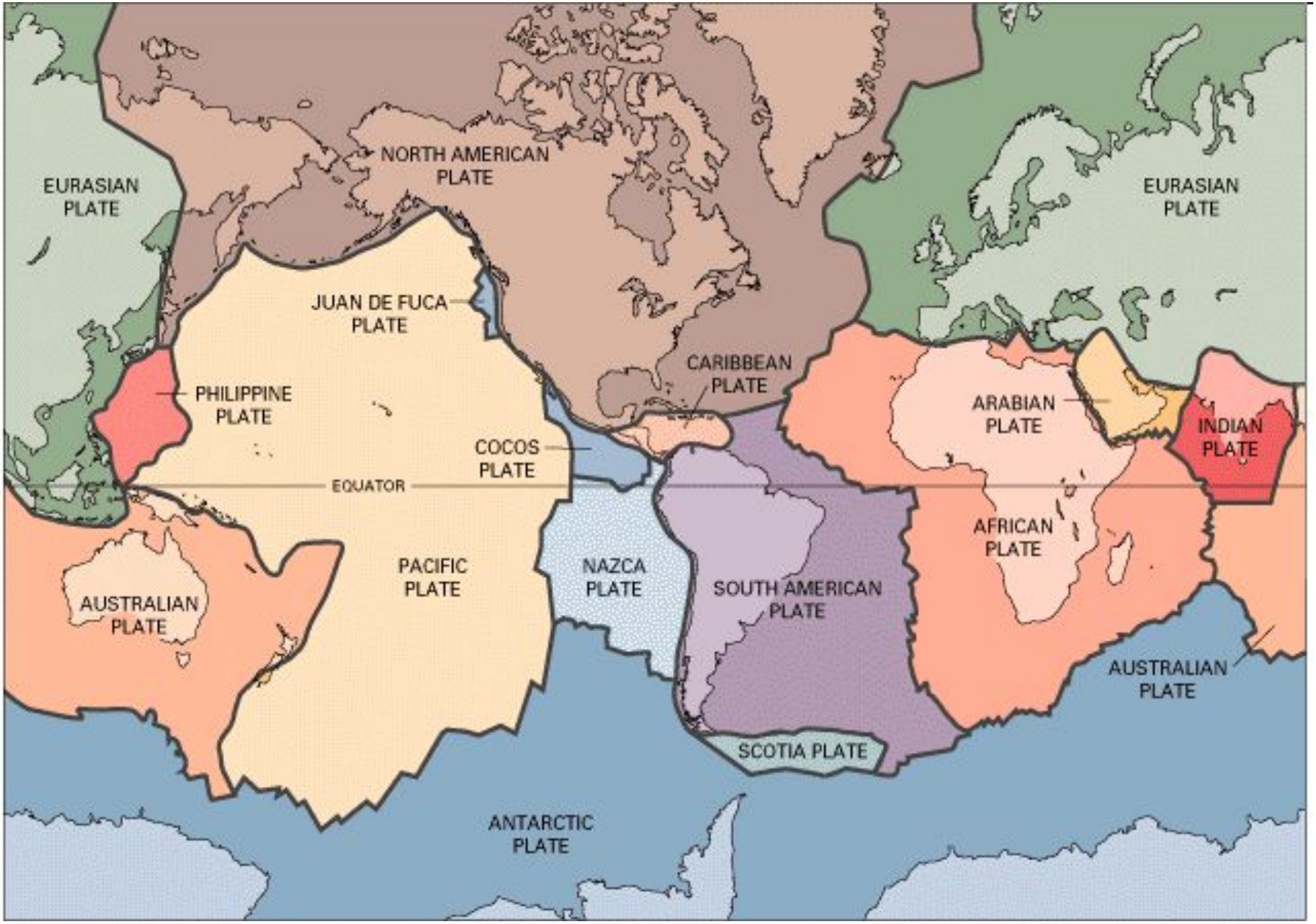
- **Блоки литосферы — литосферные плиты — двигаются по относительно пластичной астеносфере..**



- Литосфера делится на 7-8 крупных плит, десятки средних плит и множество мелких. Мелкие плиты расположены в поясах между крупными плитами.
- Более 90 % поверхности Земли покрыто 7-8 крупнейшими литосферными плитами:
- Антарктическая плита
- Африканская плита
- Евразийская плита
- Индостанская плита
- Австралийская плита
- Тихоокеанская плита
- Северо-Американская плита
- Южно-Американская плита
- Среди плит среднего размера можно выделить Аравийскую, Карибскую, Наска, Филлипинскую, Скотия, плиты Кокос и Хуан де Фука и др.
- Некоторые литосферные плиты сложены исключительно океанической корой (пример — крупнейшая тихоокеанская плита), другие состоят из блока континентальной коры, впаянного в кору океаническую.

Литосферные плиты Земли.

krasnoe.ucoz.ru


EURASIAN PLATE
NORTH AMERICAN PLATE
EURASIAN PLATE
JUAN DE FUCA PLATE
CARIBBEAN PLATE
PHILIPPINE PLATE
ARABIAN PLATE
INDIAN PLATE
COCOS PLATE
EQUATOR
AFRICAN PLATE
PACIFIC PLATE
NAZCA PLATE
SOUTH AMERICAN PLATE
AUSTRALIAN PLATE
AUSTRALIAN PLATE
SCOTIA PLATE
ANTARCTIC PLATE

Тектóника плит, ТЛП

- **Тектóника плит — современная геологическая теория о движении литосферы. Она утверждает, что литосфера состоит из относительно целостных блоков — плит, которые находятся в постоянном движении друг относительно друга.**
- **Впервые идея о движении блоков коры была высказана в теории дрейфа континентов, предложенной Альфредом Вегенером в 1920-х годах. Эта теория была первоначально отвергнута. Возрождение идеи о движениях в твёрдой оболочке Земли («мобилизм») произошло в 1960-х годах.**
- **К началу 60-х годов была составлена карта рельефа дна Мирового океана, которая показала, что в центре океанов расположены срединно-океанические хребты, которые возвышаются на 1,5–2 км над абиссальными равнинами, покрытыми осадками.**
- **Эти данные позволили Р. Дицу и Г. Хессу в 1962–1963 годах выдвинуть гипотезу спрединга. Согласно этой гипотезе, в мантии происходит конвекция со скоростью около 1 см/год. Восходящие ветви конвекционных ячеек выносят под срединно-океаническими хребтами мантийный материал, который обновляет океаническое дно в осевой части хребта каждые 300–400 лет. Континенты не плывут по океанической коре, а перемещаются по мантии, будучи пассивно «впаяны» в литосферные плиты. Согласно концепции спрединга, океанические бассейны структуры непостоянные, неустойчивые, континенты же — устойчивые.**
- **Объединение этих представлений со старой теорией дрейфа материков породило современную теорию тектоники плит, которая вскоре стала общепринятой концепцией в науках о Земле.**

Основные положения современной ТЛП :

- Верхняя часть твёрдой Земли делится на хрупкую литосферу и пластичную астеносферу.
- главная **причина движения плит** - конвекция в астеносфере
- **Источником энергии** для этих течений служит перенос тепла из центральных частей Земли, которые имеют очень высокую температуру (температура ядра составляет порядка 5000 °C). Нагретые породы расширяются, плотность их уменьшается, и они всплывают, уступая место более холодным породам. Эти течения могут замыкаться и образовывать устойчивые конвективные ячейки. При этом в верхней части ячейки течение вещества происходит в горизонтальной плоскости и именно эта её часть переносит плиты.
- Таким образом, **движение плит** — следствие остывания Земли, при котором часть тепловой энергии превращается в механическую работу, и наша планета в некотором смысле представляет собой тепловой двигатель.

Существует 3 основных типа относительных перемещений плит

1) расхождение (дивергенция), выраженное рифтингом и спредингом;

2) схождение (конвергенция), выраженное субдукцией и коллизией

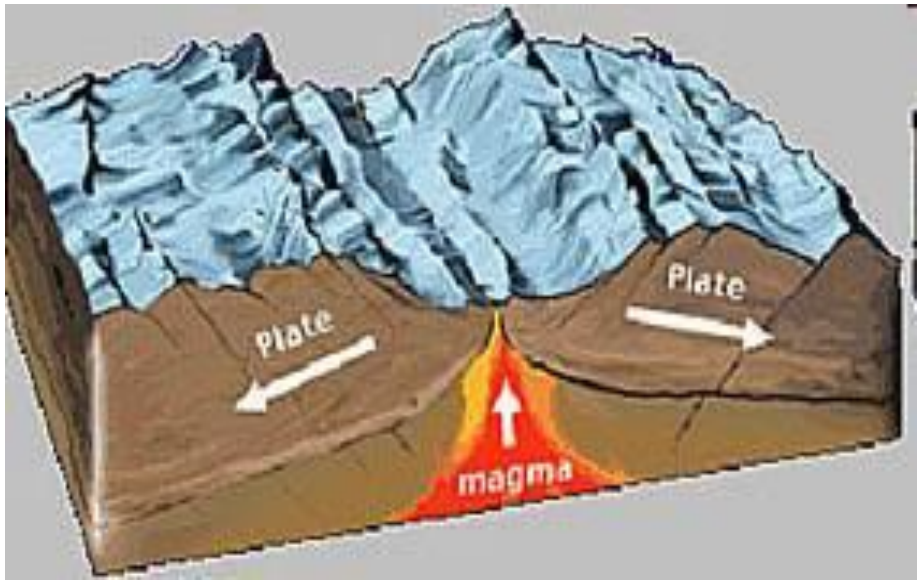
3) сдвиговые перемещения по трансформным разломам.

- Спрединг в океанах компенсируется субдукцией и коллизией по их периферии, причём радиус и объём Земли постоянны (это утверждение постоянно обсуждается, но оно так достоверно и не опровергнуто)
- **Сейсмическая, тектоническая и магматическая активность сосредоточена на границах плит.**

1. Дивергенция или расхождение плит

- В рельефе Земли эта зона выражена рифтами - в них преобладают деформации растяжения, мощность коры пониженная, тепловой поток максимален, и происходит активный вулканизм.
- **На океанической коре** рифты приурочены к центральным частям **срединно-океанических хребтов.** В них происходит образование новой океанической коры. Общая протяжённость СОХ более 60 тысяч километров.

- Срединно-океанические хребты имеют сравнительно выдержанную форму и геологическое строение. Они гораздо однообразнее, чем, горные хребты на суше, потому, что последние образуются в результате комплекса процессов
- Срединно-океанические хребты разделяются на быстро-спрединговые и медлено-спрединговые.
- Для быстро-спрединговых хребтов со скоростью расхождения плит 8—16 см/г характерно отсутствие прогиба в центральной части. Характерный пример такого рифта Восточно-Тихоокеанское поднятие.
- Медленно-спрединговые хребты имеют отчётливую центральную депрессию — рифт глубиной 4000—5000 метров.

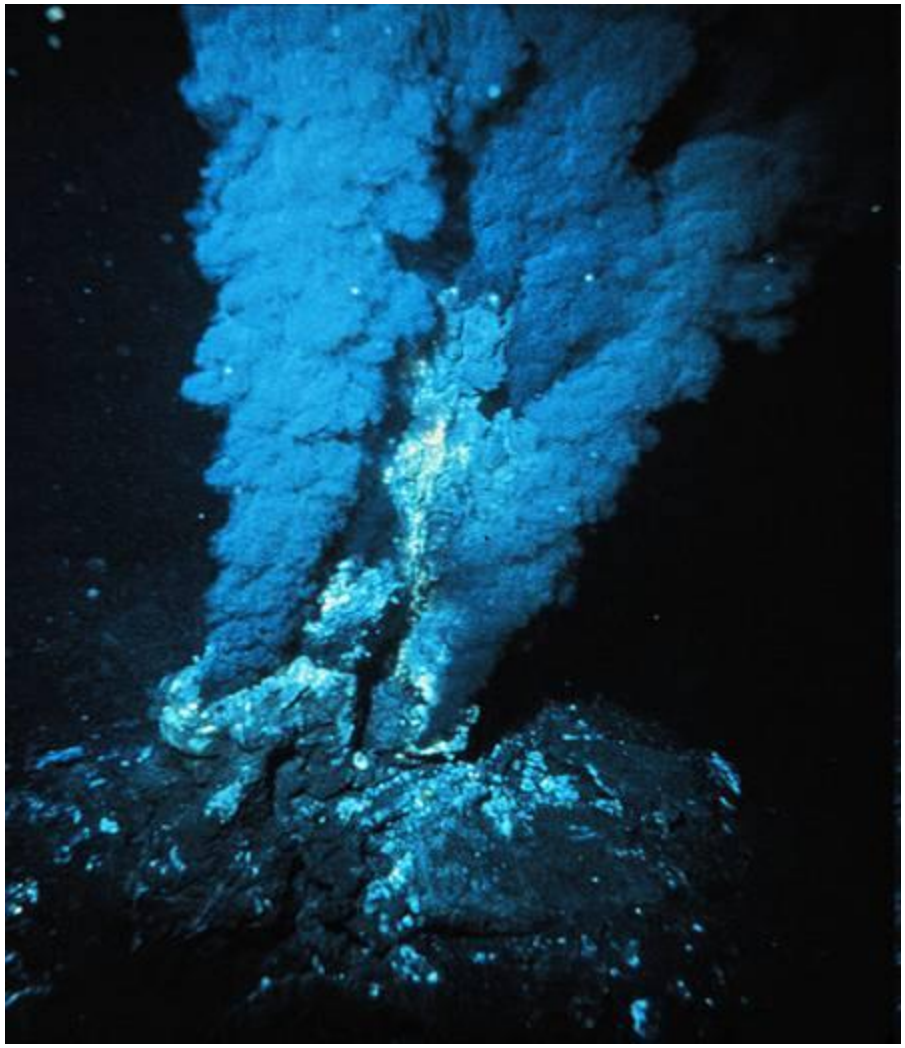


«Чёрные курильщики»

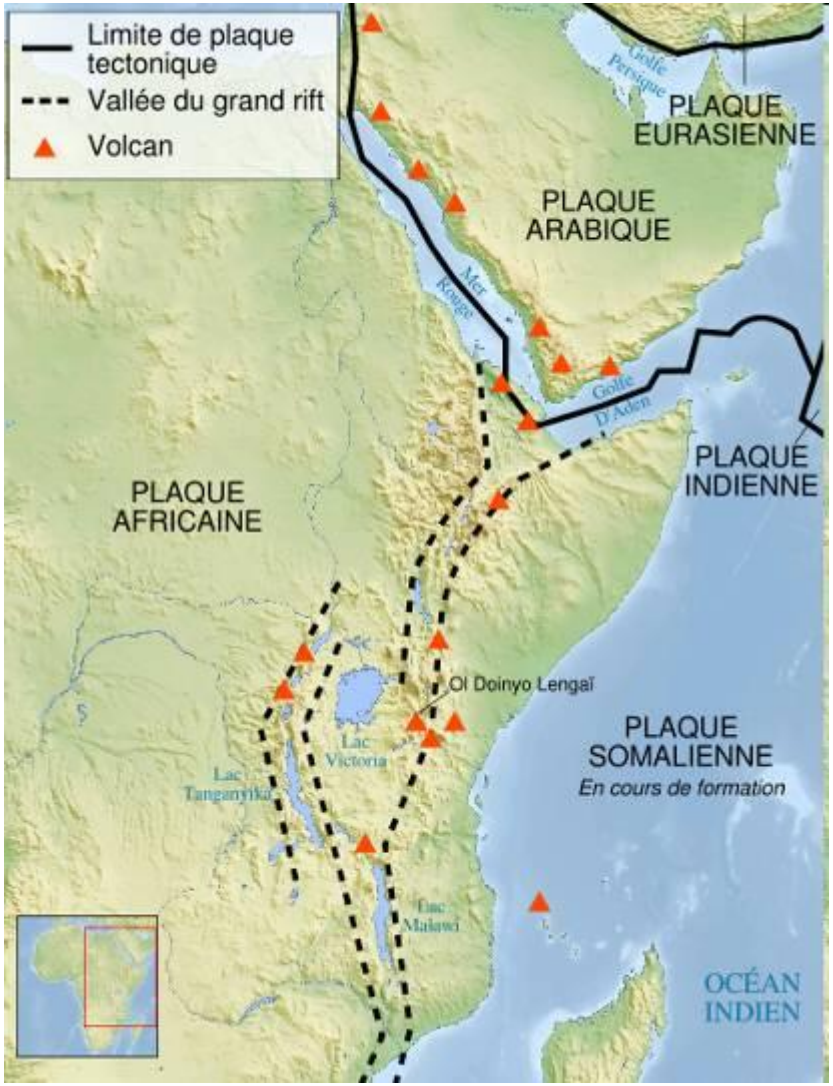
К СОХ приурочено множество гидротермальных источников, которые выносят в океан значительную часть глубинного тепла, и растворённых элементов. Такие высокотемпературные источники называются «чёрными курильщиками», с ними связаны значительные запасы цветных металлов.

Гидротермальные океанические источники вносят весьма значительный вклад в химический состав океанов.

- Гидротермальные источники в срединно-океанических хребтах — среда обитания необычных биологических сообществ, получающих энергию из разложения соединений гидротермальных флюидов.



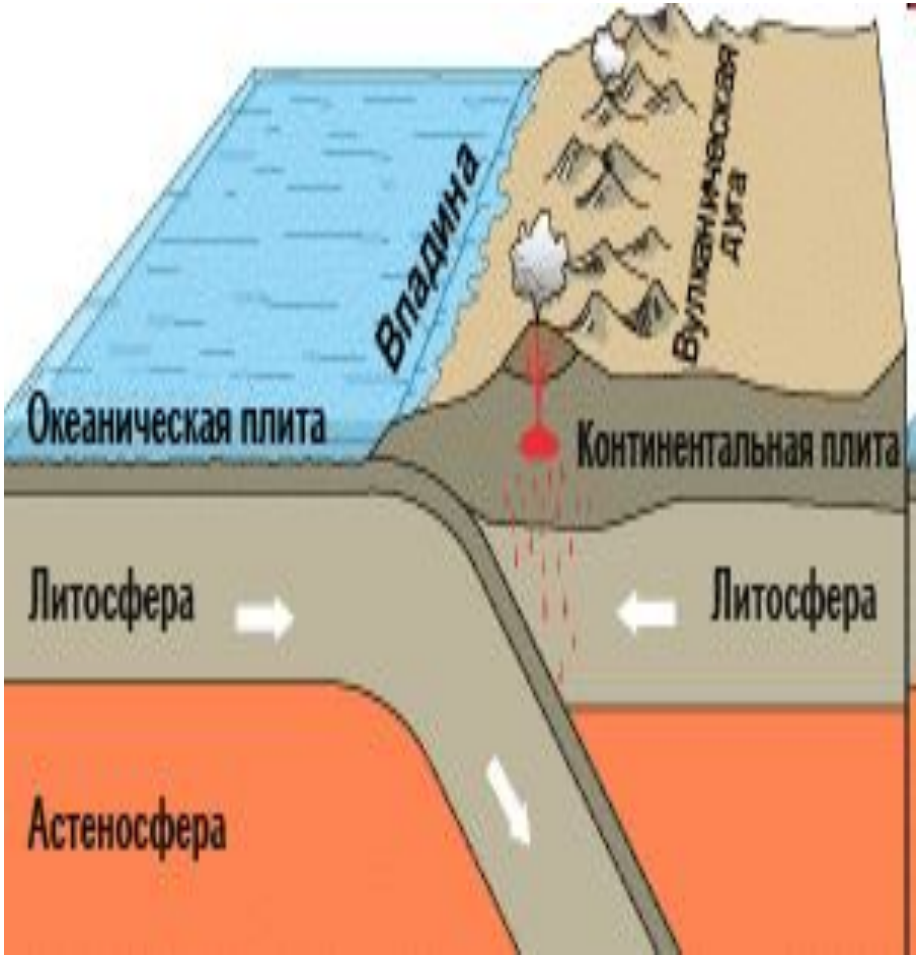
- Если ЗОНА ДИВЕРГЕНЦИИ образуется на континенте, то формируется континентальный рифт, который в дальнейшем может превратиться в океанический бассейн с океаническим рифтом в центре.
- Раскол континента на части начинается с образования рифта. Кора утончается и раздвигается, начинается магматизм. Формируется протяжённая линейная впадина глубиной порядка сотен метров, которая ограничена серией сбросов. После этого возможно два варианта развития событий: либо расширение рифта прекращается и он заполняется осадочными породами, превращаясь в **авлакоген**, (Днепровско-Донецкий, Амадиес) либо континенты продолжают раздвигаться и между ними, уже в типично океанических рифтах, начинает формироваться океаническая кора.

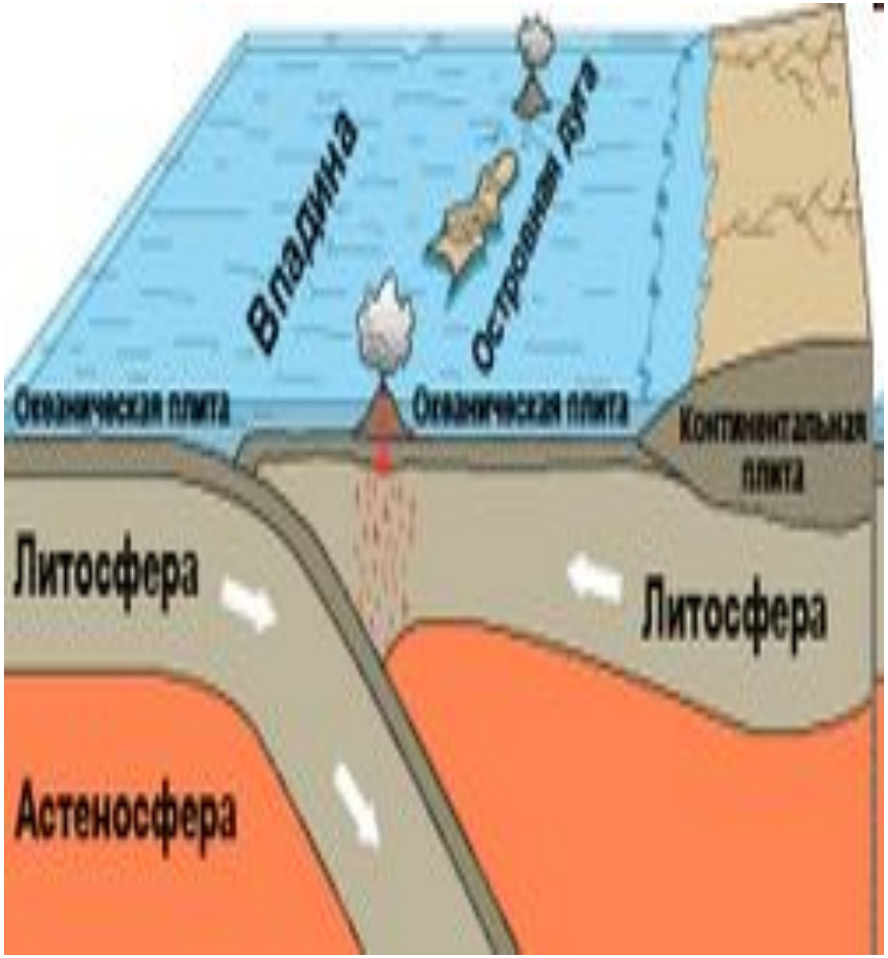


2. Конвергенция литосферных плит выражена субдукцией, коллизией или обдукцией

- **Субдукция** развивается там, где сходятся континентальная и океанская литосферы или океанская с океанской. При их встречном движении более тяжелая литосферная плита (всегда океанская) уходит под другую, а затем погружается в мантию.
- **Коллизия**, т.е. столкновение литосферных плит, развивается там, где континентальная литосфера сходится с континентальной: их дальнейшее встречное движение затруднено, оно компенсируется деформацией литосферы, ее утолщением и «скучиванием» в складчатых горных сооружениях.
- Гораздо реже и на короткое время при конвергенции возникают условия для надвигания на край континентальной плиты фрагментов океанской литосферы: происходит ее **обдукция**.
- При общей протяженности современных конвергентных границ около 57 тыс. км 45 из них приходится на субдукционные, остальные 12 — на коллизионные. Обдукционное взаимодействие литосферных плит в наши дни нигде не установлено, хотя известны участки, где эпизод обдукции произошел в сравнительно недавнее геологическое время.;

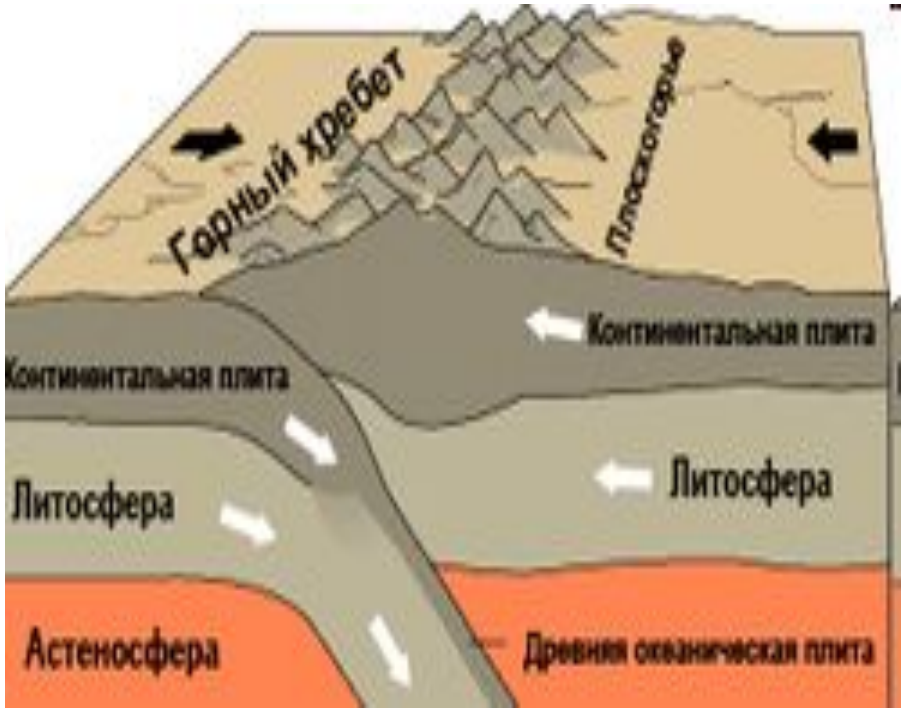
Субдукция литосферных плит





Коллизия литосферных плит

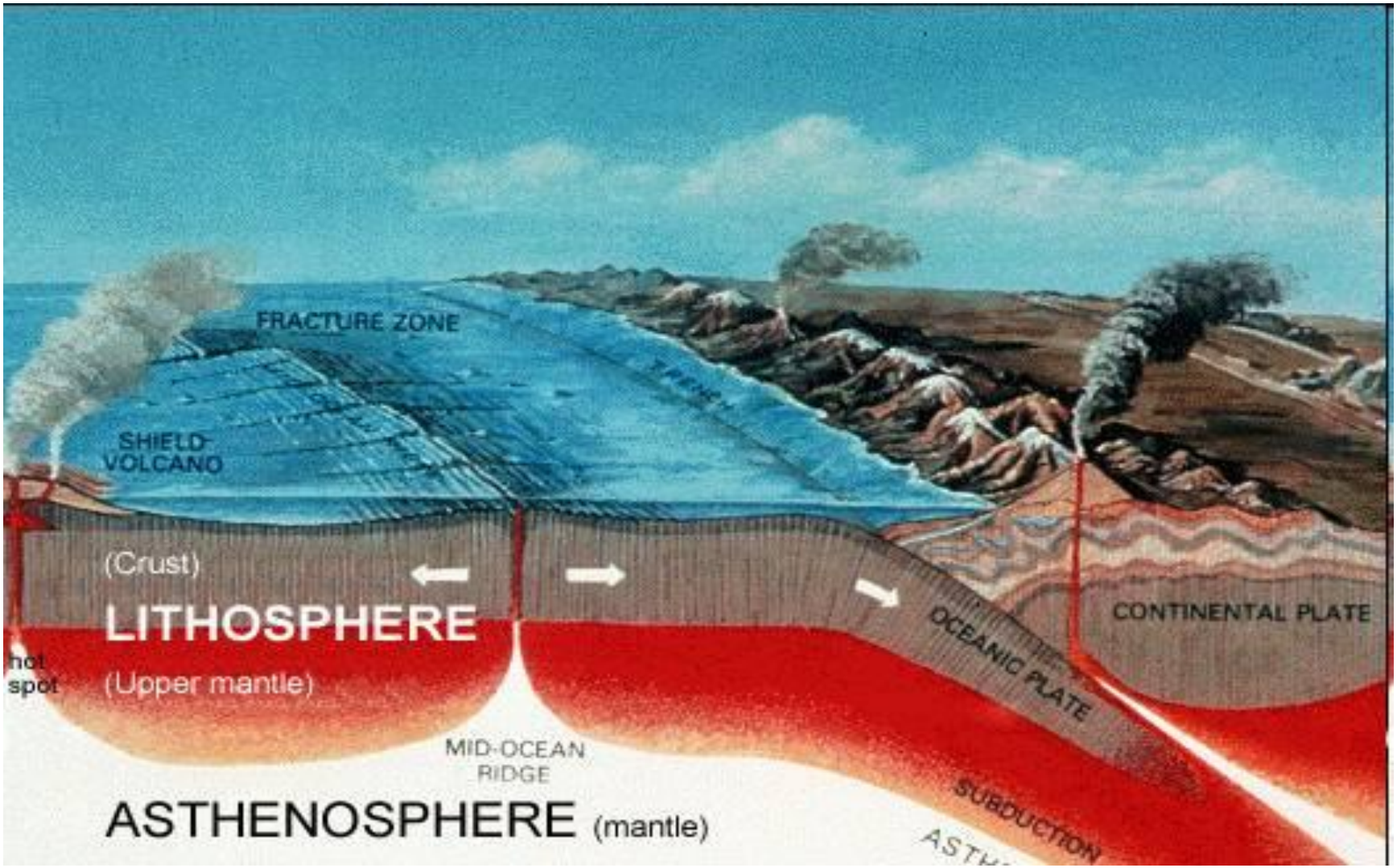
- Столкновение континентальных плит приводит к смятию коры и образованию горных цепей. Примером коллизии является Альпийско-Гималайский горный пояс , образовавшийся в результате закрытия океана Тетис и столкновения с Евразийской плитой Индостана и Африки . В результате мощность коры значительно увеличивается, под Гималаями она составляет 70 км. Это неустойчивая структура, она интенсивно разрушается поверхностной и тектонической эрозией . В коре с резко увеличенной мощностью идёт выплавка гранитов из метаморфизованных осадочных и магматических пород.



3. Сдвиговые перемещения по трансформным разломам

- Там, где плиты двигаются параллельным курсом, но с разной скоростью, возникают трансформные разломы — грандиозные сдвиговые нарушения, широко распространённые в океанах и редкие на континентах.

- В океанах трансформные разломы идут перпендикулярно срединно-океаническим хребтам (СОХ) и разбивают их на сегменты. На этом участке постоянно происходят землетрясения и горообразование, вокруг разлома формируются многочисленные оперяющие структуры — надвиги, складки и грабены.


FRACTURE ZONE
SHIELD VOLCANO
(Crust)
LITHOSPHERE
(Upper mantle)
hot spot
MID-OCEAN RIDGE
ASTHENOSPHERE (mantle)
OCEANIC PLATE
CONTINENTAL PLATE
SUBDUCTION

North American Plate
1906, M 7.8
San Francisco
1989, M 6.9
1966, M 6.0
SAFOD (Parkfield)
1857, M 8.2
San Andreas Fault
48 mm/yr
Los Angeles
Pacific Plate

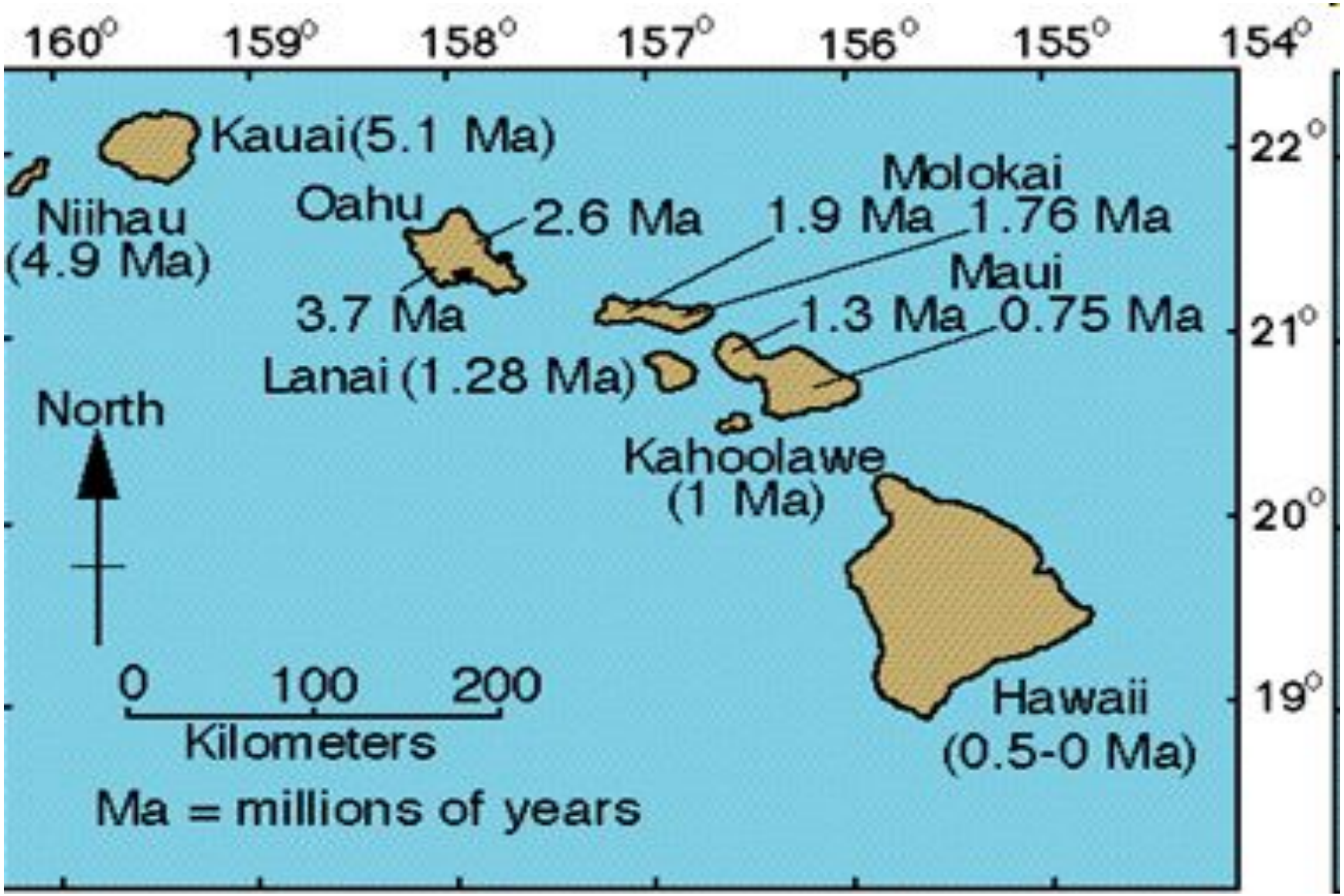
- Сдвиговые границы плит на континентах встречаются относительно редко. Пожалуй, единственным ныне активным примером границы такого типа является разлом Сан-Андреас , отделяющий Северо-Американскую плиту от Тихоокеанской . 800-мильный разлом Сан-Андреас — один из самых сейсмоактивных районов планеты: в год плиты смещаются относительно друг друга на 0,6 см, землетрясения с магнитудой более 6 единиц происходят в среднем раз в 22 года. Город Сан-Франциско и большая часть района бухты Сан-Франциско построены в непосредственной близости от этого разлома.

Внутриплитные процессы

- Первые формулировки тектоники плит утверждали, что вулканизм и сейсмические явления сосредоточены только по границам плит, но вскоре стало ясно, что и внутри плит идут специфические тектонические и магматические процессы, которые также были интерпретированы в рамках этой теории. Среди внутриплитных процессов особое место заняли явления долговременного базальтового магматизма в некоторых районах, так называемые **горячие точки**.
- На дне океанов расположены многочисленные вулканические острова. Некоторые из них расположены в цепочках с последовательно изменяющимся возрастом. Классическим примером такой подводной гряды стал Гавайский подводный хребет . Он поднимается над поверхностью океана в виде Гавайских островов , от которых на северо-запад идёт цепочка подводных гор с непрерывно увеличивающимся возрастом, некоторые из которых, напр., атолл Мидуэй , выходят на поверхность. На расстоянии порядка 3000 км от Гавайев цепь немного поворачивает на север, и называется уже Императорским хребтом . Он прерывается в глубоководном желобе перед Алеутской островной дугой .

- Было сделано предположение, что под Гавайскими островами находится горячая точка — место, где к поверхности поднимается горячий мантийный поток, который проплавляет двигающуюся над ним океаническую кору. Таких точек сейчас на Земле установлено множество. Мантийный поток, который их вызывает, был назван плюмом (Теория плюмов)
- .

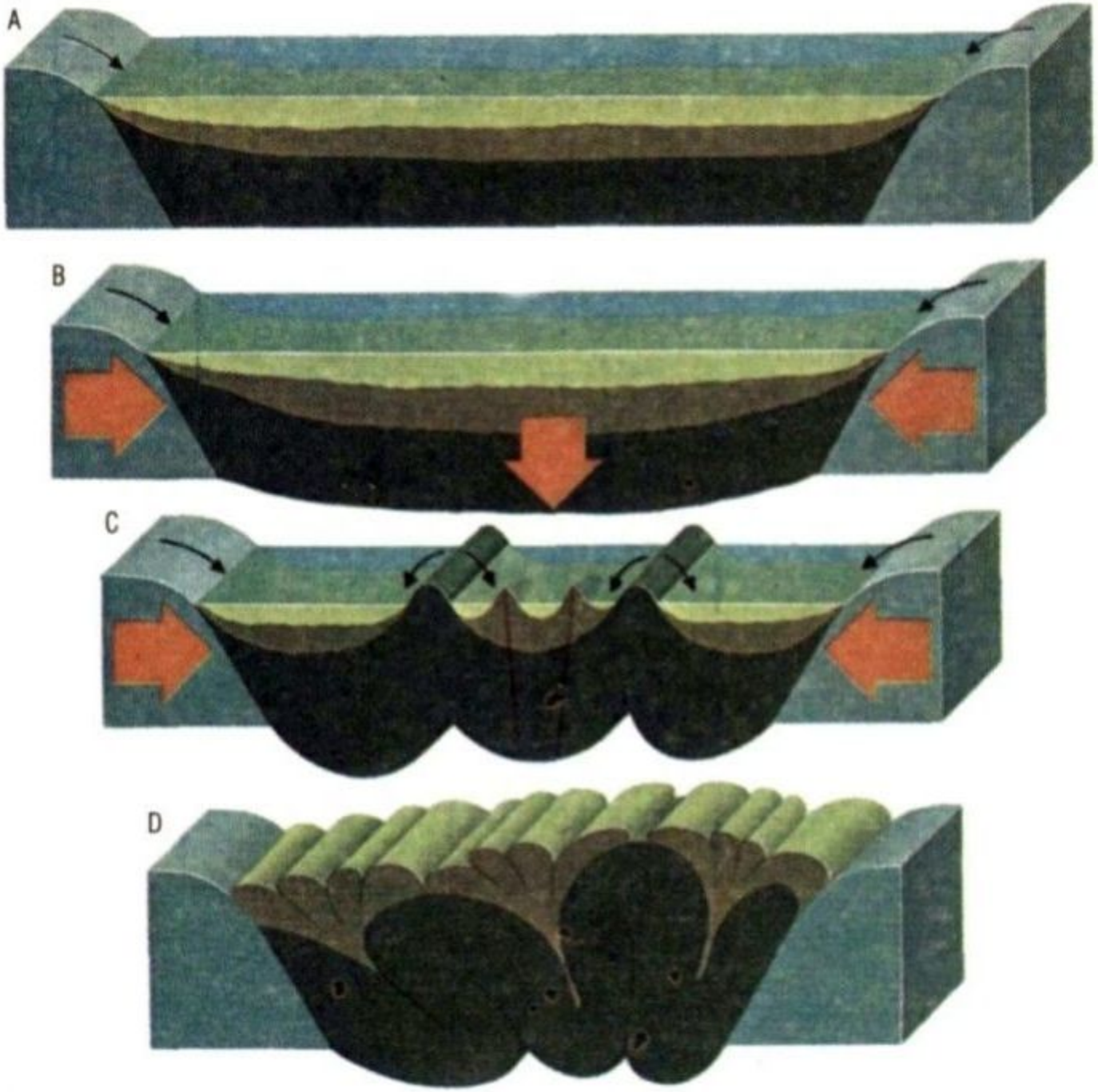
Гавайские острова

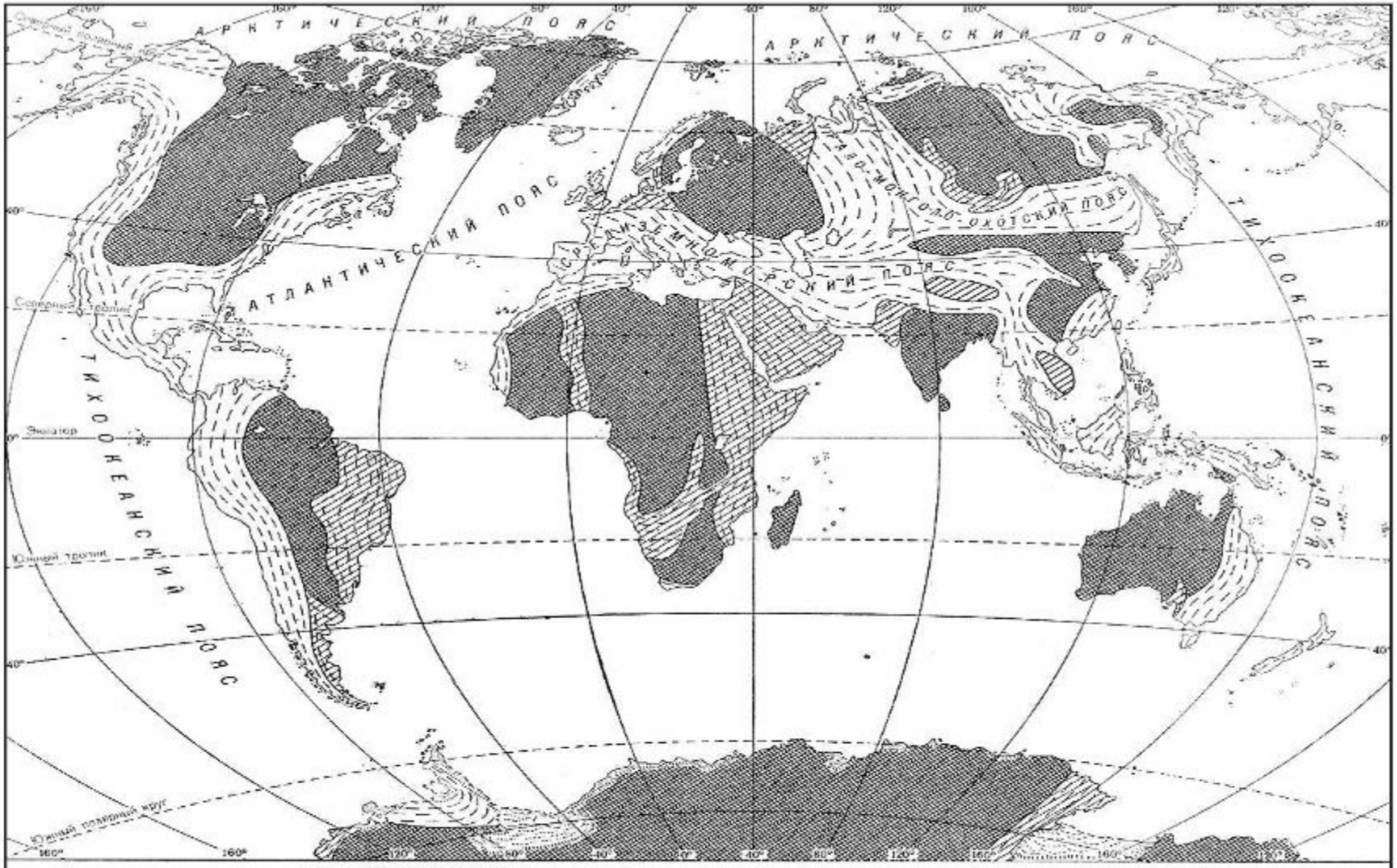


- **В строении литосферы выделяют подвижные области (геосинклинали) и относительно стабильные платформы.**
- **Согласно теории платформ и геосинклиналей зволюция земной коры происходит от геосинклиналей через складчатые области к платформам**

Возраст Земли

- Возраст Земли — время, которое прошло с момента образования Земли как самостоятельного планетарного тела.
- Согласно данным радиоизотопных датировок, возраст Земли составляет 4,6—5 миллиардов лет.
- Изучив последовательно смену событий — и геологических и биологических, учёные разделили всю долгую историю нашей планеты на пять наиболее крупных отрезков — эр. Три последние эры (вместе -фанерозой):палеозойская, мезозойская и кайнозойская (от греческих слов «палеос» — древний, «мезос» — средний, «кайнос» — новый и «зое» — жизнь) — разделяются на несколько периодов, а периоды, в свою очередь, — на эпохи и века. Две наиболее древние и самые продолжительные эры — архейская и протерозойская (по-гречески «археос» — древний, старый и «протерос» — первый, начальный) — на периоды, эпохи и века пока не разделяются. Во второй половине протерозойской эры в морях существовало много водорослей и появились первые животные.


A
B
C
D



ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА И ДРЕВНИЕ ПЛАТФОРМЫ НЕОГЕЯ

Древние платформы и крупные срединные массивы с раннедокембрийским фундаментом

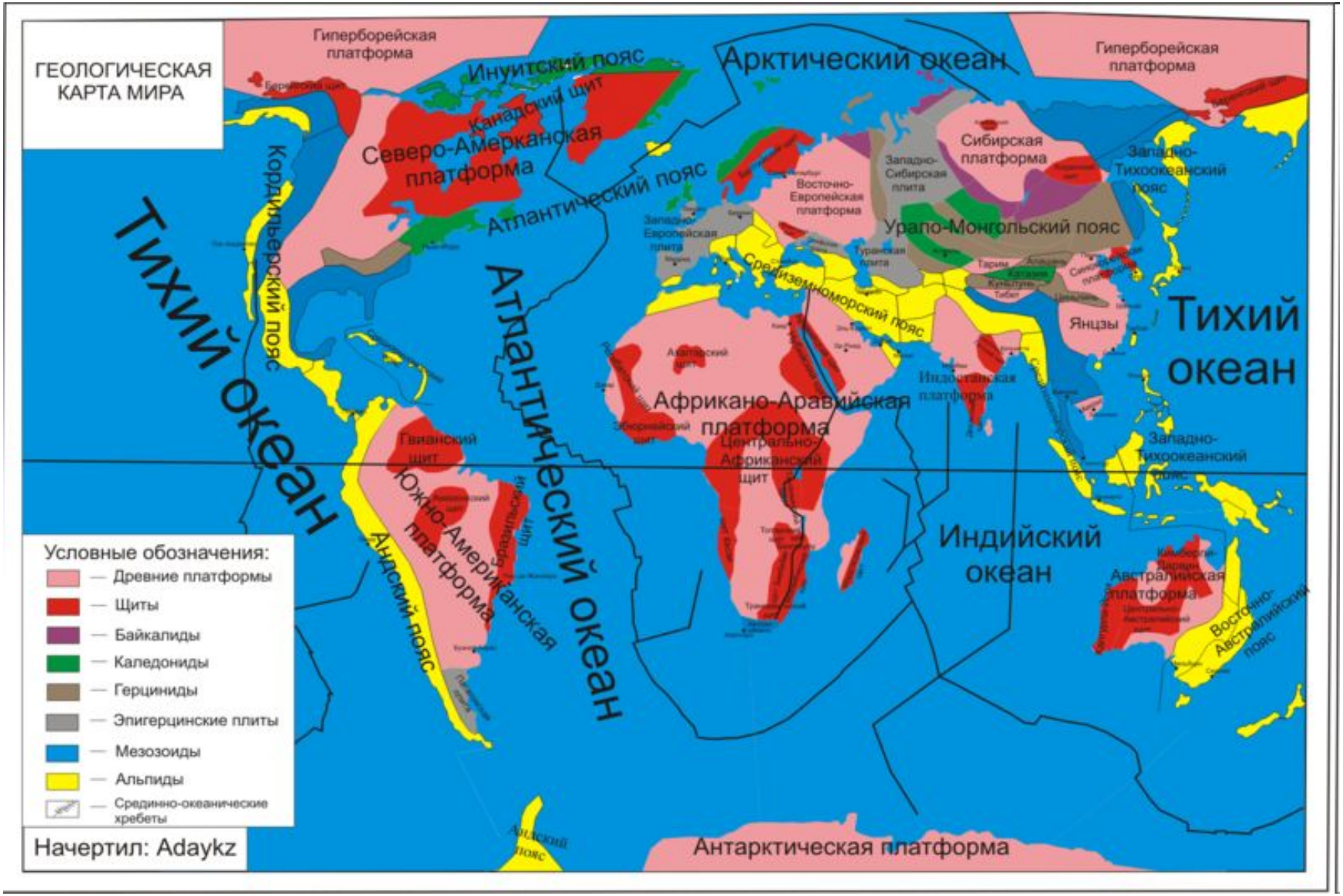
Срединные массивы с ранне- или позднедокембрийским фундаментом

Части геосинклинальных поясов неогея, испытавшие складчатость и консолидацию в конце протерозоя—начале палеозоя

Геосинклинальные пояса, продолжавшие развиваться в неогее

1500 0 1500 3000 км

Древние платформы на карте мира

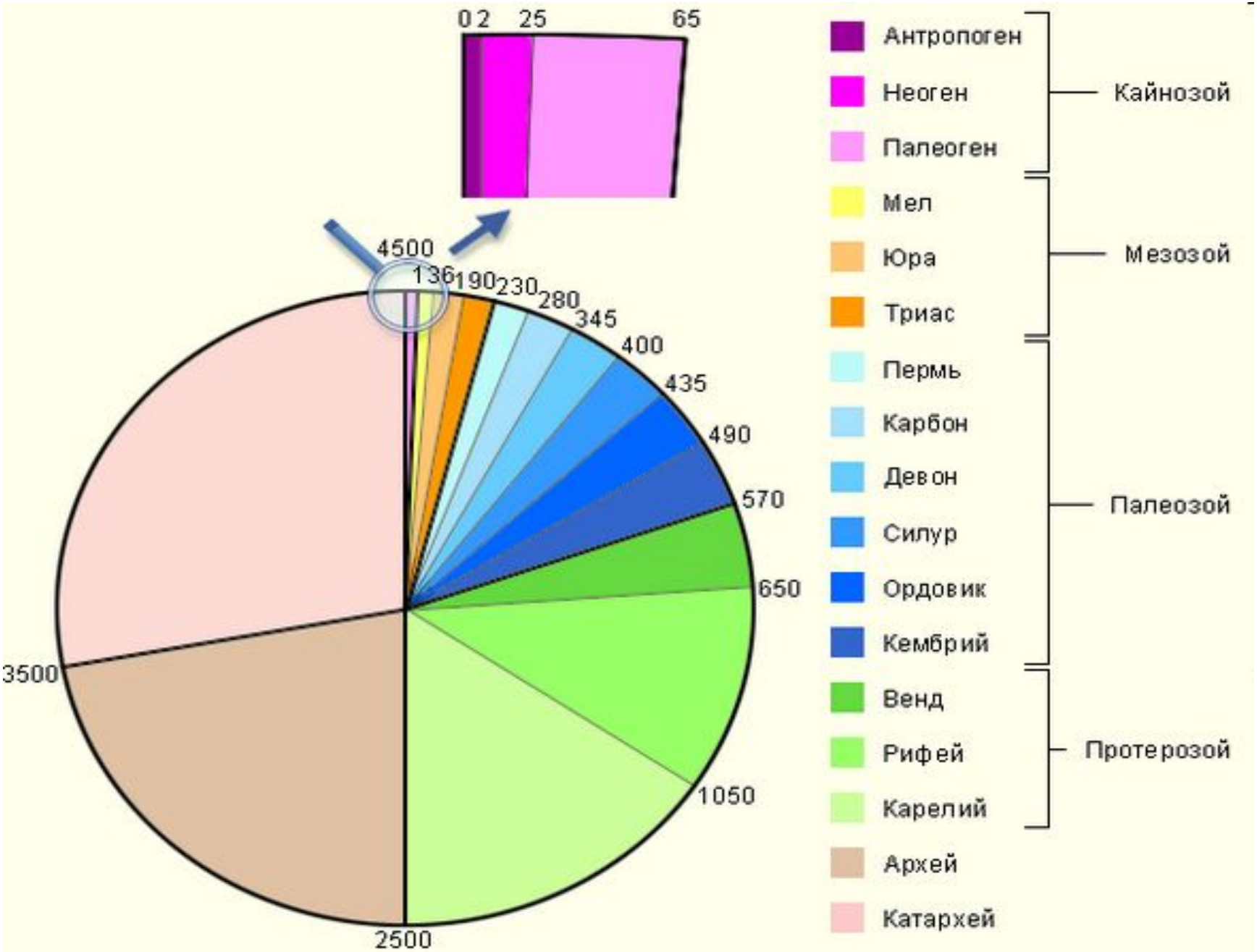


Тектонические циклы (этапы)

- Тектонические циклы (этапы, складчатости) - большие (более 100 млн. лет) периоды геологической истории Земли, характеризующиеся определённой последовательностью тектонических и общегеологических событий.
- Проявляются в геосинклиналях, где цикл начинается погружениями земной коры с образованием глубоких морских бассейнов, накоплением мощных толщ осадков, подводным вулканизмом, образованием основных и ультраосновных интрузивно-магматических пород.
- Далее происходит формирование складчатых горных сооружений, окаймленных и разделённых передовыми (краевыми, предгорными) и межгорными прогибами, которые заполняются продуктами разрушения гор. Этот процесс сопровождается региональным метаморфизмом, гранитообразованием, вулканическими излияниями.
- Средняя продолжительность Т. ц. в фанерозое 150—180 млн. лет (в докембрии Т. ц. были, по-видимому, более продолжительными).
- В позднем докембрии и фанерозое установлены следующие циклы: байкальский (поздний рифей — венд);
- каледонский (кембрий — девон);
- герцинский (девон — пермь);
- киммерийский или мезозойский (триас — юра):
- альпийский или кайнозойский (мел — кайнозой).

Таблица 3 **Геохронологическая шкала фанерозоя**

Эра	Период	Начало периода, млн. лет назад	Длитель ность периода, млн. лет	Длитель ность эры, млн. лет
КАЙНОЗОЙСКАЯ	Четвертичный (антропогеновый)	2	2	65
	Неогеновый	25 ± 2	23	
	Палеогеновый	66 ± 3	41	
МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловой	132±5	66	169
	Юрский	185± 5	53	
	Триасовый	235± 10	50	
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	Пермский	280± 10	45	335
	Каменноугольный	345± 10	65	
	Девонский	400±10	55	
	Силурийский	435±10	35	
	Ордовикский	490±15	55	
	Кембрийский	570±20	80	


0 2
25
65
4500
136
190
230
280
345
400
435
490
570
650
1050
2500
3500
Антропоген
Неоген
Палеоген
Кайнозой
Мел
Юра
Триас
Мезозой
Пермь
Карбон
Девон
Силур
Ордовик
Кембрий
Палеозой
Венд
Рифей
Карелий
Протерозой
Архей
Катархей